

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-117129

(43)Date of publication of application : 27.04.2001

(51)Int.Cl. G03B 5/00
// H04N 5/232

(21)Application number : 11-299519

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 21.10.1999

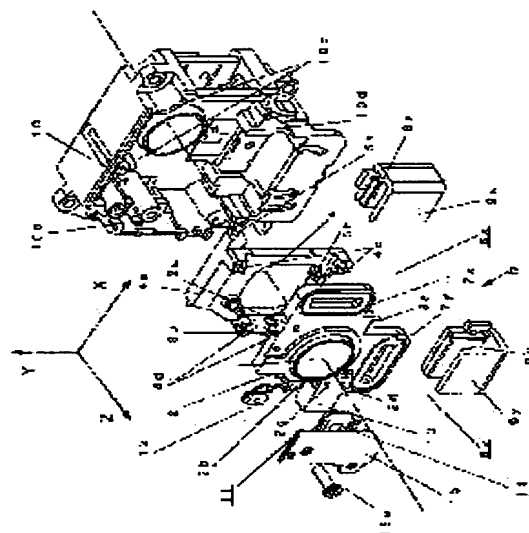
(72)Inventor : YUGI NAOTO
HAYASHI TAKAYUKI
TAKAHASHI YUTAKA
SHIMOBATAKE TAKESHI

(54) TWO-DIMENSIONAL DRIVING DEVICE AND IMAGE BLURRING CORRECTING DEVICE USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To miniaturize an image blurring correction device using 2-dimensional driving device by eliminating a position detecting element, to reduce assembling man-hour, and to improve the accuracy of position detection in an image blurring correcting device using a two-dimensional driving device.

SOLUTION: A position detecting means is constituted of a set of an LED 12 (light emitting element) and a two-dimensional PSD 14 (two-dimensional position detecting element). A first coil 7y, a second coil 7x and the terminal of the LED 12 which are the driving means of a pitching movable frame 2 which an image blurring correcting lens group 1 loaded, are soldered to a flexible printing cable 16 electrically connecting to an outside driving circuit on the same plane surface of the frame 2.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.05.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 15.04.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-117129
(P2001-117129A)

(43) 公開日 平成13年4月27日 (2001.4.27)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
G 0 3 B 5/00		G 0 3 B 5/00	H 5 C 0 2 2
			J
// H 0 4 N 5/232		H 0 4 N 5/232	Z

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願平11-299519

(22) 出願日 平成11年10月21日 (1999.10.21)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 弓木 直人

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 林 孝行

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100086737

弁理士 岡田 和秀

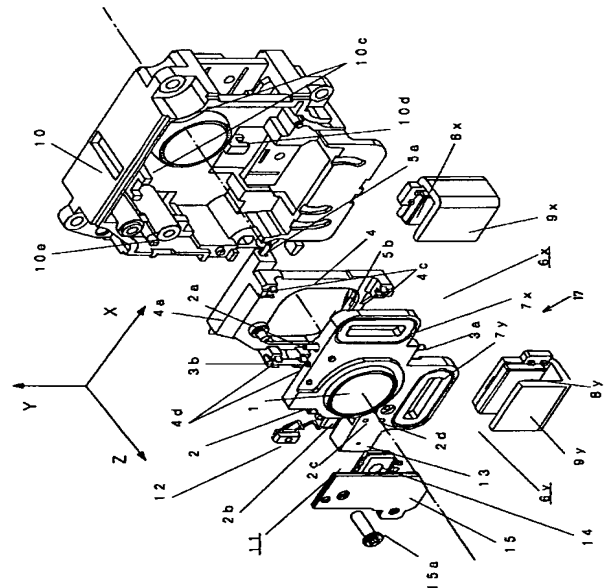
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 2次元駆動装置とそれを用いた像ぶれ補正装置

(57) 【要約】

【課題】 2次元駆動装置を用いた像ぶれ補正装置において、位置検出素子削減による装置の小型化、組み立て工数の削減及び位置検出精度の向上を目的とする。

【解決手段】 位置検出手段として、1組のLED 1 2 (発光素子) と2次元PSD 1 4 (2次元位置検出素子) により構成する。像ぶれ補正用レンズ群1が搭載されたピッチング移動枠2の駆動手段である第1のコイル7 yと第2のコイル7 xとLED 1 2の端子とは、外部の駆動回路と電気的に接続するフレキシブルプリントケーブル1 6に対してピッチング移動枠2の同一平面上において半田付けしてある。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 および第 2 の方向に移動可能な移動対象と、前記移動対象を前記第 1 の方向に駆動する第 1 の駆動手段と、前記移動対象を前記第 2 の方向に駆動する第 2 の駆動手段と、位置検出素子に対する発光素子からの光の入射点によって前記移動対象の前記第 1 および第 2 の方向での位置を検出する位置検出手段とを備え、前記位置検出手段によって検出した第 1 および第 2 の方向の位置が所定の位置となるように前記第 1 および第 2 の駆動手段を制御するように構成されている 2 次元駆動装置であって、前記位置検出素子として 2 次元位置検出素子が用いられており、前記第 1 および第 2 の駆動手段それぞれにおける第 1 および第 2 のコイルと前記発光素子とが前記移動対象に配された配線に結線されていることを特徴とする 2 次元駆動装置。

【請求項 2】 前記配線がフレキシブルプリントケーブルであり、このフレキシブルプリントケーブルに対する前記第 1 および第 2 のコイルと前記発光素子の接続部分が前記移動対象の同じ面側に配されていることを特徴とする請求項 1 に記載の 2 次元駆動装置。

【請求項 3】 第 1 および第 2 の方向に移動可能な移動対象と、前記移動対象を前記第 1 の方向に駆動する第 1 の駆動手段と、前記移動対象を前記第 2 の方向に駆動する第 2 の駆動手段と、位置検出素子に対する発光素子からの光の入射点によって前記移動対象の前記第 1 および第 2 の方向での位置を検出する位置検出手段とを備え、前記位置検出手段によって検出した第 1 および第 2 の方向の位置が所定の位置となるように前記第 1 および第 2 の駆動手段を制御するように構成されている 2 次元駆動装置であって、前記位置検出素子として 2 次元位置検出素子が用いられており、前記 2 次元位置検出素子の前記第 1 の方向での検出値和と前記第 2 の方向での検出値和との総和がほぼ一定に保たれるように前記発光素子を駆動制御するように構成されていることを特徴とする 2 次元駆動装置。

【請求項 4】 前記 2 次元位置検出素子についてあらかじめ求められた前記第 1 の方向での検出値和と前記第 2 の方向での検出値和との間の所定の関係に基づいて前記両方向での検出値和の総和を求める演算を補正するように構成してあることを特徴とする請求項 3 に記載の 2 次元駆動装置。

【請求項 5】 前記 2 次元位置検出素子の電気中心またはその近傍における前記第 1 の方向での検出値和と前記第 2 の方向での検出値和に基づいて補正係数を生成し、この補正係数を記憶し、この補正係数によって前記両方向での検出値和の総和を求める演算を補正した結果を参照値として記憶し、任意のスポット位置における前記第 1 の方向での検出値和と前記第 2 の方向での検出値和を前記の記憶した補正係数に基づいて補正し、その補正後の総和が前記の記憶した参照値に接近するように前記発

光素子を駆動制御するように構成されていることを特徴とする請求項 3 に記載の 2 次元駆動装置。

【請求項 6】 前記 2 次元位置検出素子の前記第 1 の方向でのオフセット量と前記第 2 の方向でのオフセット量に基づいて補正係数を生成し、この補正係数を記憶し、この補正係数によって前記両方向での検出値和の総和を求める演算を補正した結果を参照値として記憶し、任意のスポット位置における前記第 1 の方向での検出値和と前記第 2 の方向での検出値和を前記の記憶した補正係数に基づいて補正し、その補正後の総和が前記の記憶した参照値に接近するように前記発光素子を駆動制御するように構成されていることを特徴とする請求項 3 に記載の 2 次元駆動装置。

【請求項 7】 移動対象に像ぶれ補正用レンズ群を取り付け、光軸と直交する異なる 2 方向に沿って前記移動対象を駆動するために請求項 1 から請求項 6 までのいずれかに記載の 2 次元駆動装置を用いた構成としてあることを特徴とする像ぶれ補正装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、2 次元方向に沿って移動対象を移動させる 2 次元駆動装置にかかわり、また、その 2 次元駆動装置を用いたところのビデオカメラ等の手ぶれによる像ぶれを補正する像ぶれ補正装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来の 2 次元駆動装置を用いた像ぶれ補正装置として、特開平 4-18515 号公報に記載されているものが知られている。その内容は、撮影時にカメラが振動することにより生じる像ぶれを補正するために、撮影光学系の一部の光学系（像ぶれ補正光学系）を、光軸にほぼ垂直な 2 方向に移動させて、撮影光学系の光軸を変化させるものである。

【0003】 図 17 は、上記の公報に開示の従来の像ぶれ補正装置の一例を示す分解斜視図である。

【0004】 補正レンズ 41 を保持する固定枠 43 は、滑り軸受け 44p、44p を介してピッチスライド軸 45p 上を摺動できるようになっている。また、ピッチスライド軸 45p は保持枠 46 に取り付けられている。固定枠 43 はピッチスライド軸 45p と同軸のピッチコイルバネ 47p、47p に挟まれており、中立位置付近に保持される。固定枠 43 にはピッチコイル 48p が取り付けられている。ピッチコイル 48p はピッチマグネット 49p とピッチヨーク 410p とで構成された磁気回路中に置かれており、電流を流すことで固定枠 43 はピッチング方向 42p（垂直方向）に駆動される。固定枠 43 には、投光器 412p（LED）とスリット 411p が固定部材 421p を介して一体に設けられており、スリット 411p を介して固定側の受光器 413p（PSD）に投光され、固定枠 43 のピッチング方向 42p

の位置検出を行う。

【0005】さらに保持枠46には滑り軸受け44y、44yが嵌合されており、ヨースライド軸45yが取り付けられたハウジング414内を摺動可能となっている。このハウジング414は図外のレンズ鏡筒に取り付けられており、保持枠46はレンズ鏡筒に対してヨーイング方向42y（水平方向）に移動可能とされている。また、ヨースライド軸45yと同軸にヨーコイルパネ47y、47yが設けられており、固定枠43と同様に中立位置付近に保持される。固定枠43にはヨーコイル48yが設けられており、ヨーコイル48yはヨーマグネット49yとヨーヨーク410yとで構成された磁気回路中に置かれており、電流を流すことで固定枠43および保持枠46はヨーイング方向42yに駆動される。固定枠43には、投光器412y（LED）とスリット411yが固定分散421yを介して一体に設けられており、スリット411yを介して固定側の受光器413y（PSD）に投光され、固定枠43のヨーイング方向42yの位置検出を行う。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のように構成された従来の2次元駆動装置を用いた像ぶれ補正装置においては、次のような問題があった。

（1）像ぶれ補正装置を搭載したレンズ鏡筒の小型・軽量化に伴い、像ぶれ補正装置のさらなる小型化が必要となってきている。しかしながら、補正レンズ41を搭載した固定枠43を、光軸と直交するピッチング、ヨーイングの2方向に駆動する際、その位置を検出する手段として2組の位置検出センサが必要となる。つまり、ピッチング方向ではLED412p及びPSD413p、ヨーイング方向ではLED412y及びPSD413yが必要である。したがって、位置検出センサが2組必要となるので、像ぶれ補正装置の小型化が困難となっている。

（2）固定枠43に固定された2つのLED412p、412yと、ピッチコイル48p、ヨーコイル48yの合計8本の線を外部の駆動回路と電気的に接続する必要がある。したがって、外部と接続する線が多いため、半田付けの煩雑さなどの組み立て工数が増え、コストアップにつながることになる。

【0007】そこで、本発明は上記の課題の解決を図るべく創作したものであって、従来の2組のLED（発光ダイオード）及びPSD（Position Sensitive Light Detector / Position Sensitive Device）にて構成される位置検出センサからなる装置に対し、1組の発光素子及び位置検出素子により構成し、小型化を図った2次元駆動装置を提供することを目的としている。さらには、フレキシブルプリントケーブルの組み立ての工数削減を図ることを目的としている。加えて、本発明で採用することとなる2次元の位置座標を検出する位置検出素子に

ついて、その検出精度を向上することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記した課題の解決を図ろうとする2次元駆動装置についての本発明は、位置検出素子として2次元位置検出素子を採用することで、部品点数を削減し、また、配線を簡易化する。さらに、本発明は、2次元位置検出素子の2つの方向での検出値和の総和をもって制御のための演算を行うので、位置検出精度を向上することができる。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を総括的に説明する。

【0010】本願の第1の発明の2次元駆動装置は、第1および第2の方向に移動可能な移動対象と、前記移動対象を前記第1の方向に駆動する第1の駆動手段と、前記移動対象を前記第2の方向に駆動する第2の駆動手段と、位置検出素子に対する発光素子からの光の入射点によって前記移動対象の前記第1および第2の方向での位置を検出する位置検出手段とを備え、前記位置検出手段によって検出した第1および第2の方向の位置が所定の位置となるように前記第1および第2の駆動手段を制御するように構成されている2次元駆動装置であって、前記位置検出素子として2次元位置検出素子が用いられており、前記第1および第2の駆動手段それぞれにおける第1および第2のコイルと前記発光素子とが前記移動対象に配された配線に結線されていることを特徴とする。この第1の発明の構成によると、位置検出手段における位置検出素子として2次元位置検出素子を用いているので、位置検出素子も発光素子も従来技術に比べてその部品点数を削減でき、2次元駆動装置の小型化を図ることができる。また、移動対象において発光素子と第1および第2のコイルを配線に結線する本数を削減でき、生産における作業の効率化を図ることができる。

【0011】本願の第2の発明の2次元駆動装置は、上記の第1の発明において、前記配線をフレキシブルプリントケーブルとなし、このフレキシブルプリントケーブルに対する前記第1および第2のコイルと前記発光素子の接続部分が前記移動対象の同じ面側に配されていることを特徴とする。この第2の発明によると、フレキシブルプリントケーブルに対する接続箇所を従来技術に比べて削減できる。フレキシブルプリントケーブルは、パターン本数が少ないほど剛性が弱くなって柔軟となるため、フレキシブルプリントケーブルに抗してのアクチュエータによる移動対象の制御特性へ悪影響を及ぼす負荷が軽減され、制御の精度を向上することができる。

【0012】本願の第3の発明の2次元駆動装置は、第1および第2の方向に移動可能な移動対象と、前記移動対象を前記第1の方向に駆動する第1の駆動手段と、前記移動対象を前記第2の方向に駆動する第2の駆動手段

と、位置検出素子に対する発光素子からの光の入射点によって前記移動対象の前記第1および第2の方向での位置を検出する位置検出手段とを備え、前記位置検出手段によって検出した第1および第2の方向の位置が所定の位置となるように前記第1および第2の駆動手段を制御するように構成されている2次元駆動装置であって、前記位置検出素子として2次元位置検出素子が用いられ、前記2次元位置検出素子の前記第1の方向での検出値和と前記第2の方向での検出値和との総和がほぼ一定に保たれるように前記発光素子を駆動制御するように構成されていることを特徴とする。例えば、2次元位置検出素子の電気中心での第1の方向での検出値和をA

(O)、第2の方向での検出値和をB(O)として、検出値和の総和 $G(O) = A(O) + B(O)$ を参照値とすると、任意のスポット位置での検出値和の総和 $G = A + B$ が常に参照値 $G(O)$ と等しくなるように制御するのである。この第3の発明によると、製造公差のために2次元位置検出素子の第1の方向と第2の方向とで素子のばらつきがあっても、これら両方向について、2次元位置検出素子の位置検出精度を高精度なものにすることができる。

【0013】本願の第4の発明の2次元駆動装置は、上記の第3の発明において、前記2次元位置検出素子についてあらかじめ求められた前記第1の方向での検出値和と前記第2の方向での検出値和との間の所定の関係に基づいて前記両方向での検出値和の総和を求める演算を補正するように構成してあることを特徴とする。この第4の発明によると、製造公差のために2次元位置検出素子においてその第1の方向と第2の方向とで感度の差があることが製造段階であらかじめ分かっているときに、例えばその感度の比率に相当する補正係数をあらかじめ記憶部に登録しておいて、その補正係数によって補正を行うことにより、感度が低い方向の光量フィードバック量を大きくして、その感度が低い方向の素子に対する外乱の影響を抑えることが可能となり、第1および第2の両方向について、2次元位置検出素子の位置検出精度を高精度なものにすることができる。

【0014】本願の第5の発明の2次元駆動装置は、上記の第3の発明において、前記2次元位置検出素子の電気中心またはその近傍における前記第1の方向での検出値和と前記第2の方向での検出値和に基づいて補正係数を生成し、この補正係数を記憶し、この補正係数によって前記両方向での検出値和の総和を求める演算を補正した結果を参照値として記憶し、任意のスポット位置における前記第1の方向での検出値和と前記第2の方向での検出値和を前記の記憶した補正係数に基づいて補正し、その補正後の総和が前記の記憶した参照値に接近するように前記発光素子を駆動制御するように構成されていることを特徴とする。この第5の発明によると、発光素子と2次元位置検出素子との位置関係や光路におけるばら

つきの影響を小さくするような光量フィードバックが可能となり、2次元位置検出素子の位置検出精度を高精度なものにすることができる。

【0015】本願の第6の発明の2次元駆動装置は、上記の第3の発明において、前記2次元位置検出素子の前記第1の方向でのオフセット量と前記第2の方向でのオフセット量に基づいて補正係数を生成し、この補正係数を記憶し、この補正係数によって前記両方向での検出値和の総和を求める演算を補正した結果を参照値として記憶し、任意のスポット位置における前記第1の方向での検出値和と前記第2の方向での検出値和を前記の記憶した補正係数に基づいて補正し、その補正後の総和が前記の記憶した参照値に接近するように前記発光素子を駆動制御するように構成されていることを特徴とする。この第6の発明によると、2次元位置検出素子においてオフセットをもたす取り付けばらつきの影響を小さくするような光量フィードバック制御が可能となり、2次元位置検出素子の位置検出精度を高精度なものにすることができる。

【0016】以下、本発明の2次元駆動装置を用いた像ぶれ補正装置の具体的な実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。

【0017】(実施の形態1) 図1は実施の形態1の像ぶれ補正装置の分解斜視図、図2はフレキシブルプリントケーブル接続部の要部斜視図、図3は2次元PSD (Position Sensitive Light Detector / Position Sensitive Device) の素子の概略を示す図、図4は2次元PSDから出力される光出力電流値に基づいて2次元位置を演算し出力するための演算回路の一例を示すブロック回路図、図5は像ぶれ補正回路のブロック図である。

【0018】撮影時に像ぶれを補正するための像ぶれ補正用レンズ群1は、図1の第1の方向(Y方向)であるピッチング方向に移動可能で第2の方向(X方向)であるヨーイング方向にも移動可能なピッチング移動枠2に固定されている。このピッチング移動枠2は、軸受2aとその反対側に廻り止め2bを設けることにより、2本のピッチングシャフト3a、3bを介して第1の方向(Y方向)に摺動可能な構成になっている。ピッチング移動枠2の下側には第1の電磁アクチュエータ6yが配置されている。この第1の電磁アクチュエータ6yは、ピッチング移動枠2に取り付けられた第1のコイル7yと、後述する固定枠10に取り付けられるマグネット8y及びヨーク9yにより構成されている。またマグネット8yは片側に2極着磁がされており、片側解放のコの字型のヨーク9yに固定されている。さらにピッチング移動枠2の右側には、第2の電磁アクチュエータ6xが配置されている。この第2の電磁アクチュエータ6xは、ピッチング移動枠2に取り付けられた第2のコイル7xと、固定枠10に取り付けられるマグネット8x及びヨーク9xにより構成されている。またマグネット

8x は片側に 2 極着磁がされており、片側解放のコの字型のヨーク 9x に固定されている。第 1 の電磁アクチュエータ 6y とマグネット 8y とヨーク 9y とがピッチング移動棒 2 を第 1 の方向であるピッチング方向 (Y 方向) に駆動する第 1 の駆動手段を構成し、第 2 の電磁アクチュエータ 6x とマグネット 8x とヨーク 9x とがピッチング移動棒 2 を第 2 の方向であるヨーイング方向 (X 方向) に駆動する第 2 の駆動手段を構成している。

【0019】ピッチング移動棒 2 の Z 方向には、像ぶれ補正用レンズ群 1 を第 2 の方向 (X 方向) に移動させるヨーイング移動棒 4 が取り付けられている。ヨーイング移動棒 4 の Z 方向には、先ほど述べたピッチング移動棒 2 をピッチング方向 (Y 方向) に摺動させるための 2 本のピッチングシャフト 3a, 3b の両端を固定する固定部 4c, 4d が設けられている。またヨーイング移動棒 4 は、軸受 4a とその反対側にシャフト 5b (図示せず) を設けることにより、2 本のヨーイングシャフト 5a, 5b を介して第 2 の方向であるヨーイング方向 (X 方向) に摺動可能な構成になっている。このヨーイングシャフト 5a は、ヨーイング移動棒 4 の Z 方向に設けられた固定棒 10 の固定部 10c (図示せず) に固定される。またシャフト 5b は、固定棒 10 に設けられた廻り止め 10d により摺動自在である。

【0020】以上の構成によって、ピッチング移動棒 2 の第 1 のコイル 7y に電流が流されると、マグネット 8y とヨーク 9y とにより第 1 の方向であるピッチング方向 (Y 方向) に沿った電磁力が発生する。これと同様に、ピッチング移動棒 2 の第 2 のコイル 7x に電流が流されると、マグネット 8x とヨーク 9x とにより第 2 の方向であるヨーイング方向 (X 方向) に沿った電磁力が発生する。このように、2 つの電磁アクチュエータ 6y, 6x により、像ぶれ補正用レンズ群 1 は光軸 Z 方向にほぼ垂直な X, Y の 2 方向に駆動される。

【0021】次に位置検出手段について説明する。像ぶれ補正用レンズ群 1 を搭載したピッチング移動棒 2 の位置検出部 11 は、発光素子 12 (以下、LED とする)、スリット 13 及び PSD 基板 15 に取り付けられた 2 次元位置検出素子である 2 次元 PSD (Position Sensitive Light Detector / Position Sensitive Device) 14 により構成される。この位置検出部 11 は、X, Y 軸平面上のピッチング移動棒 2 の位置を 1 組の LED 12 と 2 次元 PSD 14 により検出するものである。LED 12 はピッチング移動棒 2 の背面側に取り付けられ、2 次元 PSD 14 はピッチング移動棒 2 の前面に対面する状態に配された PSD 基板 15 に固定されている。PSD 基板 15 は止めネジ 15a により固定棒 10 の固定部 10e に固定されている。LED 12 に位置合わせする状態でピッチング移動棒 2 にほぼ円形状をしたスリット 13 が貫通形成されており (図 2 参照)、LED 12 からの出射光はスリット 13 を通して 2 次元 P

SD 14 の検出面に照射されるように構成されている。LED 12 よりスリット 13 を通過した投射光は、2 次元 PSD 14 に入射され、LED 12 のスポット光をその入射した位置に対応した光電流出力に変換する。そして、その光電流出力を演算することにより、像ぶれ補正用レンズ群 1 の 2 次元位置座標を求めることができる。

【0022】次に、図 3、図 4 を用いて、2 次元 PSD 14 から出力される光電流出力値に基づいて 2 次元位置座標を演算し、出力する原理を説明する。第 1 の方向であるピッチング方向 (Y 方向) については、2 次元 PSD 14 から出力された 2 つの光電流出力 I_{y1} , I_{y2} は、 $I-V$ 変換アンプ 20y, 21y によりそれぞれ電圧値 V_{y1} , V_{y2} に変換され、この 2 つの電圧値は、差動アンプ部 22y に入力される。差動アンプ部 22y は、次式 (数 1) により、2 次元 PSD 14 の受光面上の Y 方向位置座標を演算し、出力する。

【0023】

【数 1】

$$y = \frac{L_y}{2} \cdot \frac{V_{y1} - V_{y2}}{V_{y1} + V_{y2}}$$

【0024】ただし、 L_y は 2 次元 PSD 14 の素子のピッチング方向 (Y 方向) の長さである。

【0025】同様に、第 2 の方向であるヨーイング方向 (X 方向) については、2 次元 PSD 14 から出力された 2 つの光電流出力 I_{x1} , I_{x2} は、 $I-V$ 変換アンプ 20x, 21x によりそれぞれ電圧値 V_{x1} , V_{x2} に変換され、この 2 つの電圧値は、差動アンプ部 22x に入力される。差動アンプ部 22x は、次式 (数 2) により、2 次元 PSD 14 の受光面上の X 方向位置座標を演算し、出力する。

【0026】

【数 2】

$$x = \frac{L_x}{2} \cdot \frac{V_{x1} - V_{x2}}{V_{x1} + V_{x2}}$$

【0027】ただし、 L_x は 2 次元 PSD 14 の素子のヨーイング方向 (X 方向) の長さである。

【0028】次に、図 2 に従って、外部の駆動回路 (図示せず) を接続するフレキシブルプリントケーブル 16 について説明する。ピッチング移動棒 2 の前面 2e には、フレキシブルプリントケーブル 16 が像ぶれ補正用レンズ群 1 を囲むように取り付けられ、第 1 のコイル 7y、第 2 のコイル 7x 及び LED 12 と電気的に接続され、16d 部にてほぼ直角に折り曲げられた後、外部の駆動回路と接続される構成となっている。LED 12 はピッチング移動棒 2 の背面側に取り付けられているが、ピッチング移動棒 2 には 2 つの挿通孔 2c, 2d が貫通形成されており、LED 12 の 2 本の端子 12a, 12b が挿通孔 2c, 2d に通されて前面側に突出されている。すなわち、フレキシブルプリントケーブル 16 が固定されたピッチング移動棒 2 の前面 2e において、LE

D12の2本の端子12a, 12b、第1のコイル7y、第2のコイル7xの合計6本の端子を、それぞれ同一面に設けられたランド部16a, 16b, 16cにて半田付けしている。以上これらの構成部品により、像ぶれ補正用のシフトユニット17を構成している。

【0029】このように構成された実施の形態1の像ぶれ補正装置について、図5を参照しつつその動作を以下に述べる。

【0030】像ぶれ補正装置を内蔵したビデオカメラに作用した手振れは、90°に配置された2個の角速度センサ18により検出される。角速度センサ18により得られた出力は時間積分される。そしてカメラのぶれ角度に変換され、像ぶれ補正用レンズ群1の目標位置情報に変換される。この目標位置情報に応じて像ぶれ補正用レンズ群1を移動させるために、サーボ駆動回路19は、目標位置情報と現在の像ぶれ補正用レンズ群1の位置情報との差を演算し、電磁アクチュエータ6y, 6xに信号を伝送する。電磁アクチュエータ6y, 6xは、この信号に基づいて像ぶれ補正用レンズ群1を駆動する。ピッチング方向Yの駆動については、サーボ駆動回路19から指令を受けた電磁アクチュエータ6yは、フレキシブルプリントケーブル16を通して第1のコイル7yに電流が流れると、第1の方向であるピッチング方向(Y方向)に力が働き、ピッチング移動枠2をピッチング方向(Y方向)に駆動する。また、第2の方向であるヨーイング方向(X方向)の駆動については、サーボ駆動回路19から指令を受けた電磁アクチュエータ6xは、フレキシブルプリントケーブル16を通して第2のコイル7xに電流が流れると、ヨーイング方向(X方向)に力が働き、ヨーイング移動枠4とともにピッチング移動枠2をヨーイング方向(X方向)に駆動する。よって、像ぶれ補正用レンズ群1をピッチング移動枠2ならびにヨーイング移動枠4により、光軸と直交する2次元面内において任意に動かすことが可能となるため、手振れにより発生した像ぶれを補正することが可能となる。

【0031】以上のように本実施の形態1によれば、2次元駆動装置及びそれを用いた像ぶれ補正装置において、2次元方向に沿って移動対象を移動させるメカニズムの位置検出手段における位置検出素子として2次元PSD(2次元位置検出素子)を用いたことにより、位置検出素子としては、従来技術の場合に2つであったところを1つへ削減できるため、部品点数を削減して像ぶれ補正装置の小型化を図ることができる。

【0032】また、ピッチング移動枠に設けられた第1のコイル、第2のコイル及びLEDと外部の駆動回路の接続に用いるフレキシブルプリントケーブルのパターンの本数を従来の8本から6本へ削減できるため、幅が狭くなることによりフレキシブルプリントケーブルの剛性が弱くなり、アクチュエータの制御特性へ悪影響を及ぼす負荷が少なくなる。さらには、ピッチング移動枠の平

面上にフレキシブルプリントケーブルを配置し、その同一平面上にて第1のコイル、第2のコイル及びLEDのすべての半田付けが可能となるため、生産における作業の効率化を図ることができる。

【0033】(実施の形態2)次に、この発明の第2の実施の形態について、図6～図10を用いて説明する。図6は2次元PSD上の位置と理想の光電流出力値との関係を示す図、図7は2次元PSD上の位置と理想の位置検出精度との関係を示す図、図8は2次元PSD上の位置と光電流出力値のばらつきとの関係を示す図、図9は2次元PSD上の位置と精度が悪化したときの位置検出精度との関係を示す図、図10は本実施の形態2において2次元PSDから出力される光出力電流値に基づいて2次元位置を演算し出力するための演算回路の一例を示すブロック回路図である。なお、これまで説明したものについては同一の番号を付し、その説明を省略する。また、本実施の形態2のシフトユニット17は、実施の形態1にて説明したものと同一である。

【0034】2次元PSD14の位置検出精度について説明する。図6に示すように、ピッチング方向(Y方向)の光電流出力 I_{y1} は、2次元PSD14上の位置に対して理想的にはほぼ直線状に出力が変化する。同様にもう一方の光電流出力 I_{y2} は、2次元PSD14上の位置に対して傾きが逆となるように、理想的にはほぼ直線状に変化する。したがって検出範囲内においては、常に出力が安定しているため、図7に示すような高精度な位置検出精度を得ることができる。また、ヨーイング方向(X方向)についても同様であり、光電流出力 I_{x1} , I_{x2} は、検出範囲内においてはほぼ直線状に出力が変化するため、検出範囲内においては高精度な位置検出精度を得ることができる。

【0035】しかしながら実際には、2次元PSD14の電気中心(O)から離れるに従ってリニアリティが損なわれ、図8(a)で破線で示すように、光電流出力 I の傾きが緩くなるため、光電流出力が弱くなる。その結果として、図9の破線で示すように、検出範囲の両端では位置検出精度が極端に悪化するという性質がある。また図8(b)で実線および破線で示すように、2次元PSD14では、X方向とY方向で光電流出力の差があるため、X方向とY方向との位置検出精度に差が生じ、シフトユニット17は十分な位置検出を行うことができなくなるという問題がある。

【0036】<従来技術について>ピッチング方向(Y方向)の1方向についてのみ考える。図6をみると、破線で示すように、光電流出力 I_{y1} , I_{y2} は、電気中心(O)において互いに等しい。そして、プラスの方向であれ、マイナスの方向であれ、電気中心(O)から離れるに従って一方が増加するにつれて他方が減少している。しかし、図6の理想的なリニアリティをもっている場合には、光電流出力の総和($I_{y1} + I_{y2}$)は一定

に保たれている。

【0037】リニアリティが損なわれている図8(a)をみると、ピッチング方向(Y方向)での光電流出力の和($I_{y1} + I_{y2}$)は電気中心(O)から離れるに従って減少するが、電気中心(O)においてはそれぞれの和はリニアリティのあるときの和とほとんど同じになっている。したがって、電気中心(O)のときの光電流出力の和($I_{y1}(O) + I_{y2}(O)$) = $a(O)$ を一時記憶しておき、実測での任意のスポット位置での光電流出力の和 $a = I_{y1} + I_{y2}$ が電気中心(O)のときの和 $a(O)$ と一致するように制御すればよい。

【0038】そこで従来の1次元PSDを用いたシステムにおいては、次のような制御方式を用いていた。この従来技術の場合の1方向のみの検出の処理について、図10の上半分のピッチング方向のブロック部分を代用して説明すると、次のようにいうことができる。ただし、ここでは、符号の14を1次元PSDと見なす必要がある。また、演算部24、記憶部25、差分処理部26は無関係であり、加算アンプ部23yの出力端が駆動アンプ部27の入力端に直接に接続されているものとする。1次元PSDの光電流出力 I_{y1} 、 I_{y2} は、それぞれ1-V変換アンプ20y、21yによって電圧値 V_{y1} 、 V_{y2} に変換される。この変換された電圧値は、加算アンプ部23yにより加算される。LED12からの投射光を1次元PSDで受光するが、加算アンプ部23yの動作は、その受光量を求めることである。そして、その電圧値としての出力の和Aが常に一定となるように(つまり電気中心(O)での電圧値の和 $A(O)$ と等しくなるように)、LED12を発光させる駆動アンプ部27がフィードバック制御を行いながら、LED12に駆動電流を流して発光させている。もう一方のヨーイング方向においても同様のフィードバック制御が行われる。ピッチング方向でのフィードバック制御とヨーイング方向でのフィードバック制御とは互いに独立した状態で行われる。

【0039】<本発明の実施の形態2について>ここで、本発明の実施の形態2におけるように2次元PSD14を用いる場合には、発光素子であるLED12が一つであり、さらには先ほど述べたように2次元PSD14のピッチング方向(Y方向)およびヨーイング方向(X方向)の光電流出力にばらつきがあるときには、ピッチング方向(Y方向)で光電流出力の和($I_{y1} + I_{y2}$)が一定になるようにフィードバック制御を行うと、他方のヨーイング方向(X方向)での位置検出精度がさらに悪化し、また逆に、ヨーイング方向(X方向)で光電流出力の和($I_{x1} + I_{x2}$)が一定になるようにフィードバック制御を行うと、他方のピッチング方向(Y方向)での位置検出精度がさらに悪化してしまうといった問題がある。

【0040】そこで本実施の形態2においては、2次元

PSDの製造公差によるばらつきの影響を最小限に抑え、ピッチング方向及びヨーイング方向のどちらとも、優れた位置検出精度を実現しようとするものである。

【0041】図10に示すように、2次元PSD14に、そのピッチング方向(Y方向)での2つの光電流出力 I_{y1} 、 I_{y2} を個別に電圧値 V_{y1} 、 V_{y2} に変換する1-V変換アンプ20y、21yが接続されているとともに、そのヨーイング方向(X方向)での2つの光電流出力 I_{x1} 、 I_{x2} を個別に電圧値 V_{x1} 、 V_{x2} に変換する1-V変換アンプ20x、21xが接続されている。ピッチング方向(Y方向)の1-V変換アンプ20y、21yの各出力端が差動アンプ部22yに入力接続され、差動アンプ部22yから第1のコイル7yを駆動制御するための信号yが出力されるようになっている。また、ヨーイング方向(X方向)の1-V変換アンプ20x、21xの各出力端が差動アンプ部22xに入力接続され、差動アンプ部22xから第2のコイル7xを駆動制御するための信号xが出力されるようになっている。

【0042】そして、ピッチング方向(Y方向)の1-V変換アンプ20y、21yの各々から出力される電圧値 V_{y1} 、 V_{y2} を加算して電圧値の和 $A = V_{y1} + V_{y2}$ を出力する加算アンプ部23yと、ヨーイング方向(X方向)の1-V変換アンプ20x、21xの各々から出力される電圧値 V_{x1} 、 V_{x2} を加算して電圧値の和 $B = V_{x1} + V_{x2}$ を出力する加算アンプ部23xと、加算アンプ部23yの出力である電圧値の和 $A = V_{y1} + V_{y2}$ と加算アンプ部23xの出力である電圧値の和 $B = V_{x1} + V_{x2}$ を加算して、 $G = A + B$ で示される総和Gを出力する演算部24と、像ぶれ補正装置の電源を投入したときに生成されるライトイネーブル信号WEによって、電源投入時のすなわち電気中心(O)での総和Gを参照値 $G(O)$ として記憶する記憶部25と、実測での任意のスポット位置での前記電圧値の総和Gと記憶部25からリードイネーブル信号REによって読み出される電気中心(O)での総和である参照値 $G(O)$ との差分を演算して差分情報 $D = G - G(O)$ を出力する差分処理部26と、差分処理部26からの差分情報Dに基づいてLED12に対する駆動電流を制御する状態でLED12を駆動する駆動アンプ部27とを備えている。

【0043】前述の電気中心(O)におけるピッチング方向(Y方向)の電圧値の和を $A(O)$ 、ヨーイング方向(X方向)の電圧値の和を $B(O)$ とすると、記憶部25に記憶される参照値 $G(O)$ は、

【0044】

$$\text{【数3】} \quad G(O) = A(O) + B(O)$$

となる。

【0045】この参照値 $G(O)$ の値は、電気中心(O)でのリニアリティが損なわれていないことから、

正規の基準値としてよいものである。その正規の基準値である参照値G (O) に任意のスポット位置での電圧値総和Gが一致するようにLED 12を駆動するのである。

【0046】次に、上記のように構成された実施の形態2の像ぶれ補正装置の動作を説明する。

【0047】像ぶれ補正装置の電源を投入したときにおいて、2次元PSD 14の状態は電気中心(O)となっているが、演算部24はこの電気中心(O)での電圧値の和A (O)と電圧値の和B (O)とを、前記の数式(数3)に従って加算して参照値G (O) = A (O) + B (O)を算出し、記憶部25はその参照値G (O)を記憶する。

【0048】そして、像ぶれ補正装置の実動作において、演算部24は、任意のスポット位置での電圧値の和Aと電圧値の和Bとを入力し、

【0049】

【数4】 $G = A + B$

に従って加算して電圧値総和Gを算出する。差分処理部26は、演算部24からの電圧値総和Gと記憶部25からの参照値G (O)との差分を演算して差分情報D = G - G (O)を出力する。駆動アンプ部27は、差分情報Dに基づいてLED 12に対する駆動電流を制御する。

【0050】以上のようにして、2次元PSD 14のピッチング方向(Y方向)およびヨーイング方向(X方向)の任意のスポット位置での受光量総和すなわち電圧値総和Gを基準の参照値G (O)と一致するようにLED 12を駆動することにより、2次元PSD 14のピッチング方向(Y方向)およびヨーイング方向(X方向)の素子のばらつきを最小限に抑えることができる。その結果として、差動アンプ部22y、22xの位置検出精度は極めて良好なものとなり、高精度なシフトユニット17を実現することができる。

【0051】以上のように本実施の形態2によれば、2次元駆動装置及びそれを用いた像ぶれ補正装置において、2次元方向に沿って移動対象を移動させるメカニズムの位置検出素子として2次元PSD (2次元位置検出素子)を用いたことにより、位置検出素子と発光素子からなる位置検出手段としては、従来技術の場合に2つであったところを1つへ削減できるため、部品点数を削減して像ぶれ補正装置の小型化を図ることができる。

【0052】さらには、簡易な構成を用いて制御方式を改善することにより、製造公差のために2次元PSDにおいてピッチング方向(Y方向)とヨーイング方向(X方向)の2方向で素子のばらつきがあっても、ピッチング方向及びヨーイングの両方向について2次元PSDの位置検出精度を高精度なものにすることができる。

【0053】(実施の形態3)次に、この発明の実施の形態3について、図8、図11を用いて説明する。図11は実施の形態3において2次元PSDから出力される

光出力電流値に基づいて2次元位置を演算し出力するための演算回路の一例を示すブロック回路図である。なお、これまで説明したものについては同一の番号を付し、その説明を省略する。また本実施の形態3のシフトユニット17は、実施の形態1にて説明したものと同一である。

【0054】2次元PSD 14の光電流出力については、そのピッチング方向(Y方向)の光電流出力の和(Iy1 + Iy2)とヨーイング方向(X方向)の光電流出力の和(Ix1 + Ix2)とが互いに等しいのが理想的であるが、2次元PSD 14の製造公差等の影響により、同一となりにくいことがある。そして、その光電流出力の和が小さい方向においては、大きい方向におけるのと比べて外乱等の影響を受けやすくなるため、その位置検出精度が悪化するという問題がある。

【0055】そこで本実施の形態3においては、その素子のばらつきの影響を最小限に抑え、ピッチング方向及びヨーイング方向のどちらにおいても、高精度な位置検出精度を実現しようとするものである。

【0056】図8(b)の場合には、ピッチング方向(Y方向)の光電流出力の和(Iy1 + Iy2)に対して、ヨーイング方向(X方向)の光電流出力の和(Ix1 + Ix2)が小さくなっている。この場合には、ピッチング方向(Y方向)の加算アンプ部23yから出力される電圧値の和A = Vy1 + Vy2に対して、ヨーイング方向(X方向)の加算アンプ部23xから出力される電圧値の和B = Vx1 + Vx2の方が小さくなっている。そして、2次元PSD 14の製造の段階であらかじめこのような特性となっていることが分かっているとす

る。

【0057】このような場合に、製造時のテスト等で電源投入時に必ず現出されるところの電気中心(O)での電圧値の和A (O)とB (O)とを求めて、両者の比率を補正係数kBとして、

【0058】

【数5】 $k_B = A(O) / B(O)$

によってあらかじめ求めておく。A (O) > B (O)ゆえに、kB > 1である。この補正係数kBの値は、2次元PSD 14の製造過程で既知の値であるため、記憶部25にその補正係数kBの値をデフォルト値として記憶しておく。

【0059】演算部24は、ピッチング方向(Y方向)の加算アンプ部23yの出力である電圧値の和Aと、ヨーイング方向(X方向)の加算アンプ部23xの出力である電圧値の和Bとを入力して、値が小さい方の電圧値の和Bに補正係数kBを掛けて変換してB' = kB · Bとしたうえで、

【0060】

【数6】 $G = A + B'$

の演算を実行するものである。

【0061】次に、上記のように構成された実施の形態 3 の図 11 に示す像ぶれ補正装置の動作を説明する。

【0062】像ぶれ補正装置の電源を投入したときにおいて、2次元 PSD 14 の状態は電気中心 (O) となっているが、演算部 24 は、この電気中心 (O) での電圧値の和 A (O) と電圧値の和 B (O) を入力し、電圧値の和 B (O) について、

【0063】

$$\text{【数 7】} \quad B' (O) \leftarrow k_B \cdot B (O)$$

の変換を行ったうえで、

【0064】

$$\text{【数 8】} \quad G (O) = A (O) + B' (O)$$

の演算を実行する。記憶部 25 は、その参照値 G (O) を記憶する。

【0065】そして、像ぶれ補正装置の実動作において、演算部 24 は、任意のスポット位置での電圧値の和 A と電圧値の和 B を入力し、電圧値の和 B について、

【0066】

$$\text{【数 9】} \quad B' \leftarrow k_B \cdot B$$

の変換を行ったうえで、

【0067】

$$\text{【数 10】} \quad G = A + B'$$

の演算を実行する。あとは、実施の形態 2 の場合と同様である。すなわち、差分処理部 26 は、演算部 24 からの電圧値総和 G と記憶部 25 からの参照値 G (O) との差分を演算して差分情報 D = G - G (O) を出力する。駆動アンプ部 27 は、差分情報 D に基づいて LED 12 に対する駆動電流を制御する。

【0068】上記の数式 (数 9) と (数 10) をまとめると、

【0069】

$$\text{【数 11】} \quad G = A + k_B \cdot B$$

である。さらには、(数 5) を参照して、

【0070】

【数 12】

$$G = A + \frac{A (O)}{B (O)} \cdot B$$

【0071】ということである。この数式 (数 12) において、A = A (O)、B = B (O) を代入すると、

【0072】

$$\text{【数 13】} \quad G = 2 \times A (O) = G (O)$$

となり、任意のスポット位置での電圧値総和 G は、常に、値の大きい方の電気中心 (O) での電圧値の和 A (O) を基準として、その 2 倍に固定的に保たれるということにほかならない。

【0073】以上のように、ヨーイング方向 (X 方向) の感度が所定値より低くなった状態で 2 次元 PSD 14 が製造されているときには、実動作において、電圧値の和 B に対して補正係数 k_B を乗算する k_B 倍 (> 1) の補正を行っているのである。そして、このような補正を

行ったうえで LED 12 を駆動することにより、特に光電流出力の小さいヨーイング方向 (X 方向) での光量フィードバック量を大きくすることができ、その結果として、光電流出力の小さいヨーイング方向 (X 方向) での素子に対する外乱の影響を最小限に抑えることが可能となるため、差動アンプ部 22y、22x の位置検出精度は極めて良好なものとなり、高精度なシフトユニット 17 を実現することができる。

【0074】上記の説明は、ヨーイング方向 (X 方向) の感度がピッチング方向 (Y 方向) より低い場合のものであったが、逆の、ピッチング方向 (Y 方向) の感度がヨーイング方向 (X 方向) より低いときもあり得ることで、その場合には、次のようになる。

【0075】すなわち、ヨーイング方向 (X 方向) の加算アンプ部 23x から出力される電圧値の和 $B = V_{x1} + V_{x2}$ に対して、ピッチング方向 (Y 方向) の加算アンプ部 23y から出力される電圧値の和 $A = V_{y1} + V_{y2}$ の方が小さくなっているということが、2 次元 PSD 14 の製造の段階であらかじめ分かっているとする。

【0076】この場合に、電気中心 (O) での電圧値の和 A (O) と B (O) とを求めて、両者の比率を補正係数 k_A として、

【0077】

$$\text{【数 14】} \quad k_A = B (O) / A (O)$$

によってあらかじめ求めておく。B (O) > A (O) ゆえに、 $k_A > 1$ である。この補正係数 k_A の値は、2 次元 PSD 14 の製造過程で既知の値であるため、記憶部 25 にその補正係数 k_A の値をデフォルト値として記憶しておく。

【0078】演算部 24 は、ピッチング方向 (Y 方向) の加算アンプ部 23y の出力である電圧値の和 A と、ヨーイング方向 (X 方向) の加算アンプ部 23x の出力である電圧値の和 B とを入力して、値が小さい方の電圧値の和 A に補正係数 k_A を掛けて変換して $A' = k_A \cdot A$ としたうえで、の変換を行ったうえで、

【0079】

$$\text{【数 15】} \quad G = A' + B$$

の演算を実行するものである。

【0080】補正係数 k_A に基づく場合の動作を次に説明する。

【0081】像ぶれ補正装置の電源を投入したときにおいて、2 次元 PSD 14 の状態は電気中心 (O) となっているが、演算部 24 は、この電気中心 (O) での電圧値の和 A (O) と電圧値の和 B (O) を入力し、電圧値の和 A (O) について、

【0082】

$$\text{【数 16】} \quad A' (O) \leftarrow k_A \cdot A (O)$$

の変換を行ったうえで、

【0083】

$$\text{【数 17】} \quad G (O) = A' (O) + B (O)$$

の演算を実行する。記憶部25は、その参照値G(O)を記憶する。

【0084】そして、像ぶれ補正装置は、実動作において、演算部24は、任意のスポット位置での電圧値の和Aと電圧値の和Bを入力し、電圧値の和Aについて、

【0085】

$$\text{【数18】} \quad A' \leftarrow k_A \cdot A$$

の変換を行ったうえで、

【0086】

$$\text{【数19】} \quad G = A' + B$$

の演算を実行する。あとは、実施の形態2の場合と同様である。すなわち、差分処理部26は、演算部24からの電圧値総和Gと記憶部25からの参照値G(O)との差分を演算して差分情報D=G-G(O)を出力する。駆動アンプ部27は、差分情報Dに基づいてLED12に対する駆動電流を制御する。

【0087】上記の数式(数18)と(数19)をまとめると、

【0088】

$$\text{【数20】} \quad G = k_A \cdot A + B$$

である。さらには、(数14)を参照して、

【0089】

【数21】

$$G = \frac{B(O)}{A(O)} \cdot A + B$$

【0090】ということである。この数式(数21)において、A=A(O)、B=B(O)を代入すると、

【0091】

$$\text{【数22】} \quad G = 2 \times B(O) = G(O)$$

となり、任意のスポット位置での電圧値総和Gは、常に、値の大きい方の電気中心(O)での電圧値の和B(O)を基準として、その2倍に固定的に保たれるということにほかならない。

【0092】以上のように、ピッチング方向(Y方向)の感度が所定値より低くなった状態で2次元PSD14が製造されているときには、実動作において、電圧値の和Aに対して補正係数 k_A を乗算する k_A 倍(>1)の補正を行っているのである。そして、このような補正を行ったうえでLED12を駆動することにより、特に光電流出力の小さいピッチング方向(Y方向)での光量フィードバック量を大きくすることができ、その結果として、光電流出力の小さいピッチング方向(Y方向)での素子に対する外乱の影響を最小限に抑えることが可能となるため、差動アンプ部22y、22xの位置検出精度は極めて良好なものとなり、高精度なシフトユニット17を実現することができる。

【0093】以上のように本実施の形態3によれば、2次元駆動装置及びそれを用いた像ぶれ補正装置において、2次元方向に沿って移動対象を移動させるメカニズムの位置検出素子として2次元PSD(2次元位置検出

素子)を用いたことにより、位置検出素子と発光素子からなる位置検出手段としては、従来技術の場合に2つであったところを1つへ削減できるため、部品点数を削減して像ぶれ補正装置の小型化を図ることができる。

【0094】さらには、簡易な構成を用いて制御方式を改善することにより、製造公差のために2次元PSDにおいてピッチング方向(Y方向)とヨーイング方向(X方向)の2方向で素子のばらつきがによる出力差があっても、ピッチング方向及びヨーイングの両方向について、2次元PSDの位置検出精度を高精度なものにすることができる。

【0095】(実施の形態4)次に、この発明の実施の形態4について、図12～図14を用いて説明する。図12はLEDの取り付けばらつき、スリットの加工ばらつきの状態を示す図、図13はLEDの取り付けばらつき、スリットの加工ばらつきによる2次元PSD素子上でのLEDのスポット形状の概念図、図14は2次元PSDから出力される光出力電流値に基づいて2次元位置を演算し出力するための演算回路の一例を示すブロック回路図である。なお、これまで説明したものについては同一の番号を付し、その説明を省略する。また本実施の形態4のシフトユニット17は、実施の形態1にて説明したものと同一である。

【0096】2次元PSD14の光電流出力は、発光素子であるLED12との相対位置関係、あるいはスリット13の加工精度により影響を受けやすく、ピッチング方向(Y方向)の光電流出力の和($I_{y1} + I_{y2}$)とヨーイング方向(X方向)の光電流出力の和($I_{x1} + I_{x2}$)とは、互いに等しい状態とはなりにくい。具体的には、図12(a)に示すような2次元PSD14に対するLED12の傾き、図12(b)に示すようなスリット13の傾きなどによる影響が大きいのである。そして、その光電流出力の和が小さい方向においては、大きい方向におけるのと比べて外乱等の影響を受けやすくなるため、その位置検出精度が悪化するという問題がある。

【0097】そこで本実施の形態4においては、その取り付け及び加工精度ばらつき等の影響を最小限に抑え、ピッチング方向及びヨーイング方向のどちらにおいても、高精度な位置検出精度を実現しようとするものである。

【0098】図13に示す一例のように、スポット光がほぼ楕円形状となり、その長軸の方向がヨーイング方向(X方向)に沿っていて、ヨーイング方向(X方向)での単位面積当たりの光量が減少する結果として、ピッチング方向(Y方向)に対してヨーイング方向(X方向)の光電流出力の和が小さくなる場合について説明する。

【0099】ピッチング方向(Y方向)の光電流出力の和($I_{y1} + I_{y2}$)に対して、ヨーイング方向(X方向)の光電流出力の和($I_{x1} + I_{x2}$)が小さくなっ

ている場合には、ピッチング方向（Y方向）の加算アンプ部 23y から出力される電圧値の和 $A = V_{y1} + V_{y2}$ に対して、ヨーイング方向（X方向）の加算アンプ部 23x から出力される電圧値の和 $B = V_{x1} + V_{x2}$ の方が小さくなる。すなわち、 $A > B$ である。

【0100】比較判定部 28 は、ピッチング方向（Y方向）の加算アンプ部 23y の出力である電圧値の和 A と、ヨーイング方向（X方向）の加算アンプ部 23x の出力である電圧値の和 B とを入力して、 $A > B$ のときは判定結果 E として「00」を出力し、 $A < B$ のときは判定結果 E として「01」を出力し、 $A = B$ のときは判定結果 E として「10」を出力する。

【0101】補正係数発生部 29 は、判定結果 E として「00」（つまり $A > B$ ）を入力したときは、補正係数 k_A 、 k_B として、

【0102】

【数 23】 $k_A = 1$

$k_B = A/B$

を生成し、判定結果 E として「01」（つまり $A < B$ ）を入力したときは、補正係数 k_A 、 k_B として、

【0103】

【数 24】 $k_A = B/A$

$k_B = 1$

を生成し、判定結果 E として「10」（つまり $A = B$ ）を入力したときは、補正係数 k_A 、 k_B として、

【0104】

【数 25】 $k_A = 1$

$k_B = 1$

を生成し、それぞれ演算部 24 と記憶部 25 に送出する。記憶部 25 は、入力した補正係数 k_A 、 k_B を記憶する。

【0105】演算部 24 は、ピッチング方向（Y方向）の加算アンプ部 23y の出力である電圧値の和 A と、ヨーイング方向（X方向）の加算アンプ部 23x の出力である電圧値の和 B とを入力して、さらに、記憶部 25 から補正係数 k_A 、 k_B を読み出し、

【0106】

【数 26】 $A' \leftarrow k_A \cdot A$

$B' \leftarrow k_B \cdot B$

の変換を行ったうえで、

【0107】

【数 27】 $G = A' + B'$

の演算を実行するものである。

【0108】まとめると、

【0109】

【数 28】 $G = k_A \cdot A + k_B \cdot B$

である。

【0110】本実施の形態 4 においては、以上のような比較判定部 28 と補正係数発生部 29 と演算部 24 と記憶部 25 を備え、さらに差分処理部 26 を備えた構成と

なっている。

【0111】次に、上記のように構成された実施の形態 4 の図 14 の像ぶれ補正装置の動作を説明する。

【0112】像ぶれ補正装置の電源を投入したときにおいて、2次元 PSD 14 の状態は電気中心（O）となっているが、比較判定部 28 は、この電気中心（O）での電圧値の和 A（O）と電圧値の和 B（O）を入力し、上記の条件に従って判定結果 E を補正係数発生部 29 に送出する。すなわち、

10 $A(O) > B(O)$ のとき、 $E = 「00」$

$A(O) < B(O)$ のとき、 $E = 「01」$

$A(O) = B(O)$ のとき、 $E = 「10」$

を出力する。

【0113】補正係数発生部 29 は、判定結果 E として「00」（つまり $A(O) > B(O)$ ）を入力したときは、補正係数 k_A 、 k_B として、

【0114】

【数 29】 $k_A = 1$

$k_B = A(O)/B(O)$

20 を生成し、判定結果 E として「01」（つまり $A(O) < B(O)$ ）を入力したときは、補正係数 k_A 、 k_B として、

【0115】

【数 30】 $k_A = B(O)/A(O)$

$k_B = 1$

を生成し、判定結果 E として「10」（つまり $A(O) = B(O)$ ）を入力したときは、補正係数 k_A 、 k_B として、

【0116】

30 【数 31】 $k_A = 1$

$k_B = 1$

を生成し、それぞれ演算部 24 と記憶部 25 に送出する。記憶部 25 は、入力した補正係数 k_A 、 k_B を記憶する。いずれにしても、 $k_A \geq 1$ 、 $k_B \geq 1$ である。

【0117】演算部 24 は、この電気中心（O）での電圧値の和 A（O）と電圧値の和 B（O）を入力し、それぞれについて、

【0118】

【数 32】 $A'(O) \leftarrow k_A \cdot A(O)$

40 $B'(O) \leftarrow k_B \cdot B(O)$

の変換を行ったうえで、

【0119】

【数 33】 $G(O) = A'(O) + B'(O)$

の演算を実行する。記憶部 25 は、その参照値 G（O）を記憶する。

【0120】そして、像ぶれ補正装置は、実動作において、演算部 24 は、電圧値の和 A と電圧値の和 B を入力し、また、記憶部 25 から補正係数 k_A 、 k_B を読み出したうえで、電圧値の和 A、B のそれぞれについて

50 【0121】

【数 3 4】 $A' \leftarrow k_A \cdot A$

$B' \leftarrow k_B \cdot B$

の変換を行ったうえで、

【0 1 2 2】

【数 3 5】 $G = A' + B'$

の演算を実行する。あとは、実施の形態 2 の場合と同様である。すなわち、差分処理部 2 6 は、演算部 2 4 からの電圧値総和 G と記憶部 2 5 からの参照値 G (O) との差分を演算して差分情報 D = G - G (O) を出力する。駆動アンプ部 2 7 は、差分情報 D に基づいて LED 1 2

に対する駆動電流を制御する。
【0 1 2 3】 以上のように、電圧値の和 A, B に対して補正係数 k_A , k_B に基づいた補正を行ったうえで LED 1 2 を駆動することにより、特に光電流出力の小さい方向での光量フィードバック量を大きくすることができ、その結果として、LED 1 2 の取り付け誤差、スリット 1 3 の加工誤差等により生じた 2 次元 PSD 1 4 において光電流出力の小さい方向の素子に対する外乱の影響を最小限に抑えることが可能となるため、差動アンプ部 2 2 y, 2 2 x の位置検出精度は極めて良好なものとなり、高精度なシフトユニット 1 7 を実現することができる。

【0 1 2 4】 以上のように本実施の形態 4 によれば、2 次元駆動装置及びそれを用いた像ぶれ補正装置において、2 次元方向に沿って移動対象を移動させるメカニズムの位置検出素子として 2 次元 PSD (2 次元位置検出素子) を用いたことにより、位置検出素子と発光素子からなる位置検出手段としては、従来技術の場合に 2 つであったところを 1 つへ削減できるため、部品点数を削減して像ぶれ補正装置の小型化を図ることができる。

【0 1 2 5】 さらには、簡易な構成を用いて制御方式を改善することにより、LED の取り付け精度やスリットの加工精度ばらつき等に起因する出力差があっても、ピッチング方向及びヨーイングの両方向について、2 次元 PSD の位置検出精度を高精度なものにすることができる。

【0 1 2 6】 (実施の形態 5) 次に、この発明の実施の形態 5 について、図 1 5、図 1 6 を用いて説明する。図 1 5 は 2 次元 PSD 上の位置とオフセット量及び光電流出力値との関係を示す図、図 1 6 は 2 次元 PSD から出力される光出力電流値に基づいて 2 次元位置を演算し出力するための演算回路の一例を示すブロック回路図である。なお、これまで説明したものについては同一の番号を付し、その説明を省略する。また、本実施の形態 5 のシフトユニット 1 7 は、実施の形態 1 にて説明したものと同一である。

【0 1 2 7】 2 次元 PSD 1 4 の位置検出精度は、その電気中心 (O) を中心にして一定の検出範囲にて測定する場合が最も高精度な検出精度を得られる。しかしながらシフトユニット 1 7 においては、図 1 に示したように

2 次元 PSD 1 4 を PSD 基板 1 5 に取り付けること、さらには PSD 基板 1 5 を固定枠 1 0 に取り付けることにより、取り付け誤差が発生するため、図 1 5 に示すように、2 次元 PSD 1 4 の電気中心と LED 1 2 を搭載した像ぶれ補正用レンズ群 1 の動作範囲の中心とは必ずしも一致しないことから、ある一定のオフセット量が発生することになる。このオフセット量が大きい場合には、2 次元 PSD 上の片側では、より電気中心より離れた位置にて検出する状態となってしまうため、光電流出力が小さくなり、その位置検出精度も悪化するという問題がある。

【0 1 2 8】 そこで本実施の形態 5 においては、そのオフセット量の影響を最小限に抑え、高精度な位置検出精度を実現しようとするものである。

【0 1 2 9】 図 1 5 がヨーイング方向 (X 方向) でのオフセットを表しているとする。そのオフセット量を D とする。オフセット量 D は、その点での光電流出力の差 $d = (I_{x1} - I_{x2})$ に比例する。この光電流出力の差 d は、差動アンプ部 2 2 x から得ることができる。オフセット量 D が増加するにつれて、光電流出力の和 $(I_{x1} + I_{x2})$ は減少する傾向がある。すなわち、光電流出力の和に対してはオフセット量 D は反比例的な関係にある。

【0 1 3 0】 そこで、補正係数 h_B を考えるときに、

【0 1 3 1】

【数 3 6】 $h_B = d / D$

とする。電気中心 (O) に近く、D がゼロに近いときは、 $h_B \approx 1$ である。そこで、D = 0 のときに、 $h_B = 1$ と定める。一般的には、 $h_B \geq 1$ となる。

【0 1 3 2】 同様に、ピッチング方向 (Y 方向) でのオフセット量 C について考えると、図示はしていないが、オフセット量 C は、その点での光電流出力の差 $c = (I_{y1} - I_{y2})$ に比例する。この光電流出力の差 c は、差動アンプ部 2 2 y から得ることができる。オフセット量 C が増加するにつれて、光電流出力の和 $(I_{y1} + I_{y2})$ は減少する傾向がある。すなわち、光電流出力の和に対してはオフセット量 C は反比例的な関係にある。

そこで、補正係数 h_A を考えるときに、

【0 1 3 3】

【数 3 7】 $h_A = c / C$

とする。電気中心 (O) に近く、D がゼロに近いときは、 $h_A \approx 1$ である。そこで、C = 0 のときに、 $h_A = 1$ と定める。一般的には、 $h_A \geq 1$ となる。

【0 1 3 4】 比較判定部 3 0 は、ピッチング方向 (Y 方向) の差動アンプ部 2 2 y の出力である電圧値の差 M と、ヨーイング方向 (X 方向) の差動アンプ部 2 2 x の出力である電圧値の差 N とを入力して、M = 0 のときは判定結果 F として「0 0」を出力し、M ≠ 0 のときは判定結果 F として「0 1」を出力し、N = 0 のときは判定結果 F として「1 0」を出力し、N ≠ 0 のときは判定結

果Fとして「11」を出力する。

【0135】補正係数発生部31は、判定結果Fとして「00」（つまりM=0）を入力したときは、補正係数 h_A として、

【0136】

【数38】 $h_A = 1$

を生成し、判定結果Fとして「01」（つまりM≠0）を入力したときは、補正係数 h_A として、

【0137】

【数39】 $h_A = \alpha / M$

を生成する。ここで、 α は所定の比例定数であり、この α はあらかじめの試験によって求めておくものである。

【0138】また、補正係数発生部31は、判定結果Fとして「10」（つまりN=0）を入力したときは、補正係数 h_B として、

【0139】

【数40】 $h_B = 1$

を生成し、判定結果Fとして「11」（つまりN≠0）を入力したときは、補正係数 h_B として、

【0140】

【数41】 $h_B = \beta / N$

を生成する。ここで、 β は所定の比例定数であり、この β はあらかじめの試験によって求めておくものである。

【0141】補正係数発生部31が生成した補正係数 h_A 、 h_B は、それぞれ演算部24と記憶部25に送出される。記憶部25は、その補正係数 h_A 、 h_B を一時記憶する。

【0142】演算部24は、ピッチング方向（Y方向）の加算アンプ部23yの出力である電圧値の和Aと、ヨーイング方向（X方向）の加算アンプ部23xの出力である電圧値の和Bとを入力して、

【0143】

【数42】 $A' \leftarrow h_A \cdot A$

$B' \leftarrow h_B \cdot B$

の変換を行ったうえで、

【0144】

【数43】 $G = A' + B'$

の演算を実行するものである。

【0145】まとめると、

【0146】

【数44】 $G = h_A \cdot A + h_B \cdot B$

である。

【0147】本実施の形態5においては、以上のような比較判定部30と補正係数発生部31と演算部24と記憶部25を備え、さらに差分処理部26を備えた構成となっている。

【0148】次に、上記のように構成された実施の形態5の図16の像ぶれ補正装置の動作を説明する。

【0149】像ぶれ補正装置の電源を投入したときに、比較判定部30は、上記の条件に従って判定結果

Fを補正係数発生部31に送出する。補正係数発生部31は、上記の条件に従って、補正係数 h_A 、 h_B を生成し、演算部24と記憶部25に送出する。記憶部25は、入力した補正係数 h_A 、 h_B を記憶する。

【0150】演算部24は、この電源投入時の電圧値の和A（OS）と電圧値の和B（OS）を入力し、それぞれについて、

【0151】

【数45】 $A' (OS) \leftarrow h_A \cdot A (OS)$

10 $B' (OS) \leftarrow h_B \cdot B (OS)$

の変換を行ったうえで、

【0152】

【数46】 $G (OS) = A' (OS) + B' (OS)$

の演算を実行する。記憶部25は、その参照値G（OS）を記憶する。

【0153】そして、像ぶれ補正装置は、実動作において、演算部24は、電圧値の和Aと電圧値の和Bを入力し、また、記憶部25から補正係数 h_A 、 h_B を読み出したうえで、電圧値の和A、Bのそれぞれについて

【0154】

【数47】 $A' \leftarrow h_A \cdot A$

$B' \leftarrow h_B \cdot B$

の変換を行ったうえで、

【0155】

【数48】 $G = A' + B'$

の演算を実行する。あとは、実施の形態2の場合と同様である。すなわち、差分処理部26は、演算部24からの電圧値総和Gと記憶部25からの参照値G（OS）との差分を演算して差分情報D=G-G（OS）を出力する。駆動アンプ部27は、差分情報Dに基づいてLED12に対する駆動電流を制御する。

【0156】以上のように、ピッチング方向（Y方向）およびヨーイング方向（X方向）のオフセット量C、Dつまりは電圧値の差M、Nに対して補正係数 h_A 、 h_B に基づいた補正を行ったうえでLED12を駆動することにより、特に2次元PSD14の電気中心（O）からのオフセット量が多いことによる光電流出力の小さい方向での光量フィードバック量を大きくすることができ、その結果として、2次元PSD14の取り付け誤差等により生じた光電流出力の小さい方向の素子に対する外乱の影響を最小限に抑えることが可能となるため、差動アンプ部22y、22xの位置検出精度は極めて良好なものとなり、高精度なシフトユニット17を実現することができる。

【0157】以上のように本実施の形態5によれば、2次元駆動装置及びそれを用いた像ぶれ補正装置において、2次元方向に沿って移動対象を移動させるメカニズムの位置検出素子として2次元PSD（2次元位置検出素子）を用いたことにより、位置検出素子と発光素子か

らなる位置検出手段としては、従来技術の場合に2つであったところを1つへ削減できるため、部品点数を削減して像ぶれ補正装置の小型化を図ることができる。

【0158】さらには、簡易な構成を用いて制御方式を改善することにより、2次元PSD（2次元位置検出素子）の取り付け精度ばらつき等に起因する出力差があっても、ピッチング方向及びヨーイングの両方向について、2次元PSDの位置検出精度を高精度なものにすることができる。

【0159】なお、上記の各実施の形態においては、位置検出手段を構成するLED12と2次元PSD14のうちLED12の方をピッチング移動枠2に取り付けたが、逆に2次元PSD14の方をピッチング移動枠2に取り付けた構成としてもよい。したがって、特許請求の範囲の記載において、「2次元位置検出素子」を必要に応じて「発光素子」と読み替えてよきものとする。

【0160】

【発明の効果】本発明によれば、2次元方向に沿って移動枠を移動させる2次元駆動装置において、その位置検出素子として2次元位置検出素子を採用してあるので、部品点数を削減して装置の小型化を図ることができる。また、移動枠において発光素子と第1および第2のコイルを配線に結線する本数を削減することができ、生産における作業の効率化を図ることができる。特に、配線がフレキシブルプリントケーブルのときは、パターン数の削減に伴って剛性を低めて柔軟性を増すため、アクチュエータによる移動枠の制御特性に与える影響を緩和することができる。さらに、2次元位置検出素子の2つの方向での検出値和の総和をもって制御のための演算を行うので、位置検出精度を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1による像ぶれ補正装置の分解斜視図

【図2】 実施の形態1におけるフレキシブルプリントケーブル接続部の要部斜視図

【図3】 実施の形態1における2次元PSDの素子の概略を示す図

【図4】 実施の形態1における2次元PSDから出力される光出力電流値に基づいて2次元位置を演算し出力するための演算回路の一例を示すブロック回路図

【図5】 実施の形態1における像ぶれ補正回路のブロック図

【図6】 2次元PSD上の位置と理想の光電流出力値との関係を示す図

【図7】 2次元PSD上の位置と理想の位置出力との関係を示す図

【図8】 2次元PSD上の位置と光電流出力値のばらつきとの関係を示す図

【図9】 2次元PSD上の位置と精度が悪化した時の位置出力との関係を示す図

【図10】 本発明の実施の形態2における2次元PSDから出力される光出力電流値に基づいて2次元位置を演算し出力するための演算回路の一例を示すブロック回路図

【図11】 本発明の実施の形態3における2次元PSDから出力される光出力電流値に基づいて2次元位置を演算し出力するための演算回路の一例を示すブロック回路図

【図12】 LEDの取り付けばらつき、スリットの加工ばらつきの状態を示す図

【図13】 LEDの取り付けばらつき、スリットの加工ばらつきによる2次元PSD素子上でのLEDのスポット形状の概念図

【図14】 本発明の実施の形態4における2次元PSDから出力される光出力電流値に基づいて2次元位置を演算し出力するための演算回路の一例を示すブロック回路図

【図15】 2次元PSD上の位置、オフセット量及び光電流出力値との関係を示す図

【図16】 本発明の実施の形態5における2次元PSDから出力される光出力電流値に基づいて2次元位置を演算し出力するための演算回路の一例を示すブロック回路図

【図17】 従来の像ぶれ補正装置の一例を示す分解斜視図

【符号の説明】

1…像ぶれ補正用レンズ群

2…ピッチング移動枠

4…ヨーイング移動枠

6y, 6x…シフト用の電磁アクチュエータ

7y…第1のコイル

7x…第2のコイル

10…固定枠

11…位置検出部

12…発光素子（LED）

13…スリット

14…2次元位置検出素子（2次元PSD）

15…PSD基板

16…フレキシブルプリントケーブル

16a～16c…ランド部

17…シフトユニット

20x, 20y…I-V変換アンプ

21x, 21y…I-V変換アンプ

22x, 22y…差動アンプ部

23x, 23y…加算アンプ部

24…演算部

25…記憶部

26…差分処理部

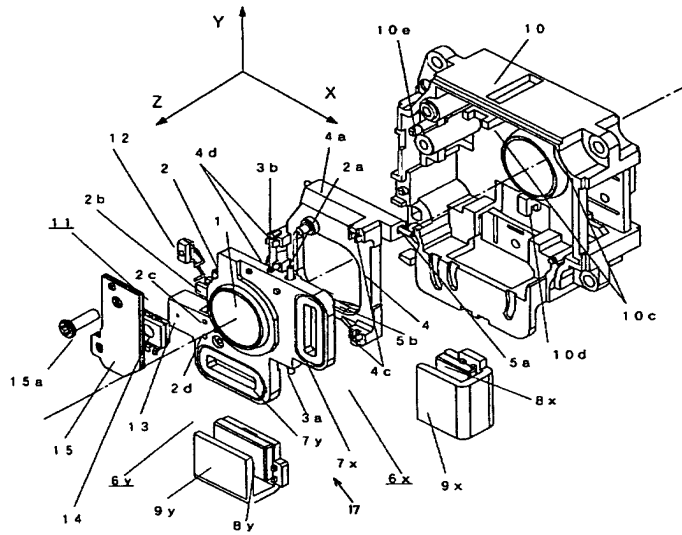
27…駆動アンプ部

28…比較判定部

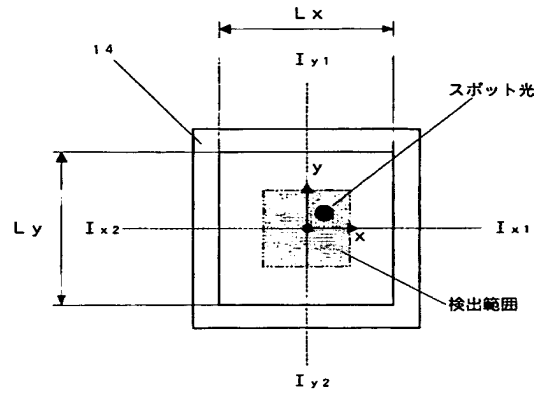
29...補正係数発生部
30...比較判定部

31...補正係数発生部

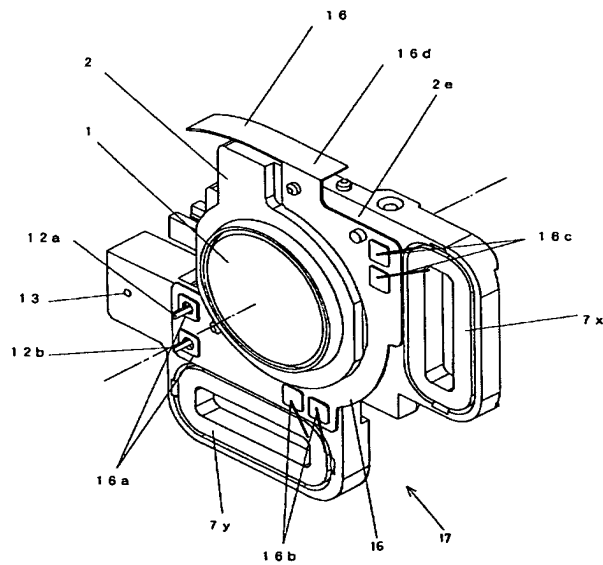
【図1】



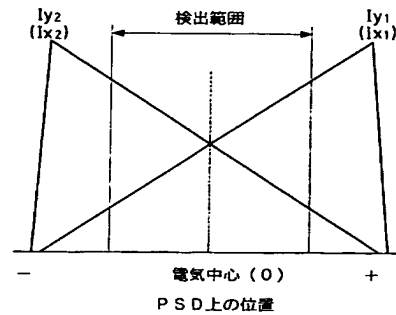
【図3】



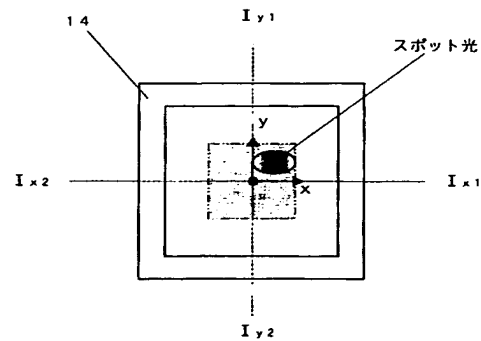
【図2】



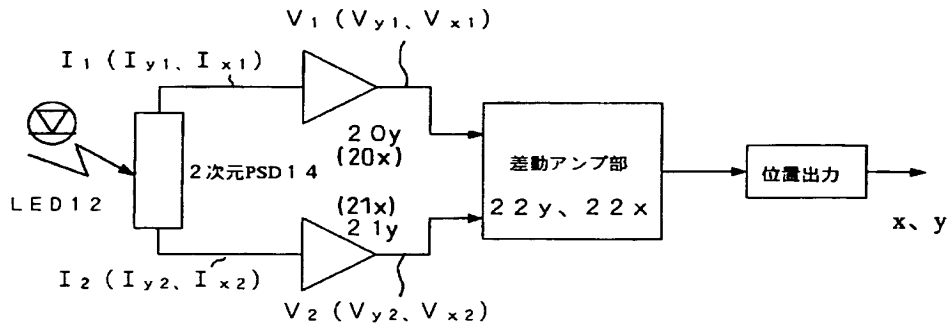
【図6】



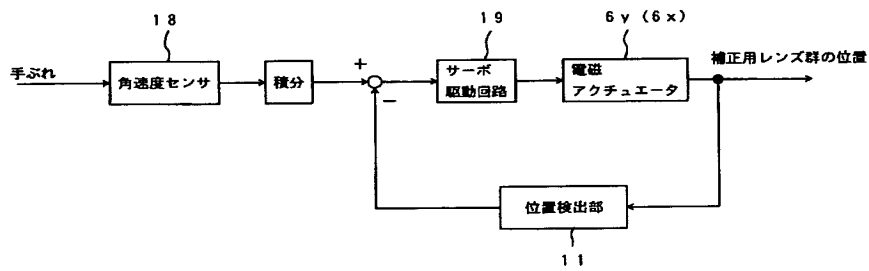
【図13】



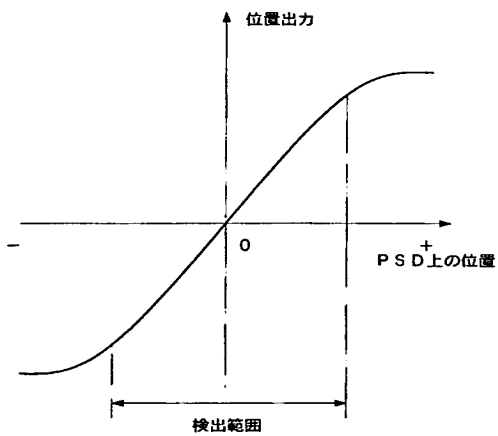
【図 4】



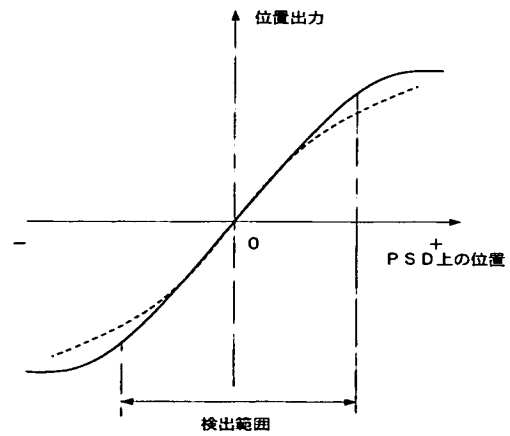
【図 5】



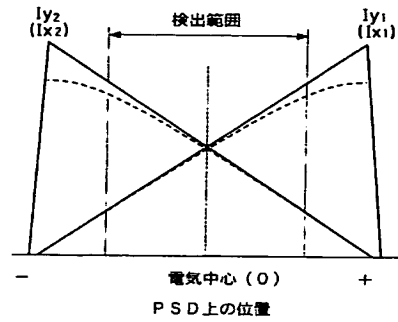
【図 7】



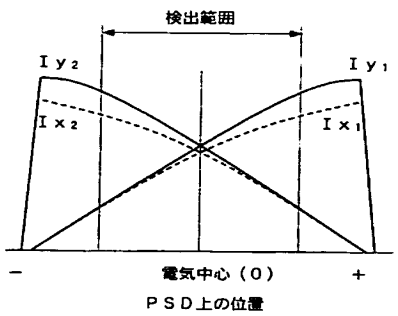
【図 9】



【図 8】

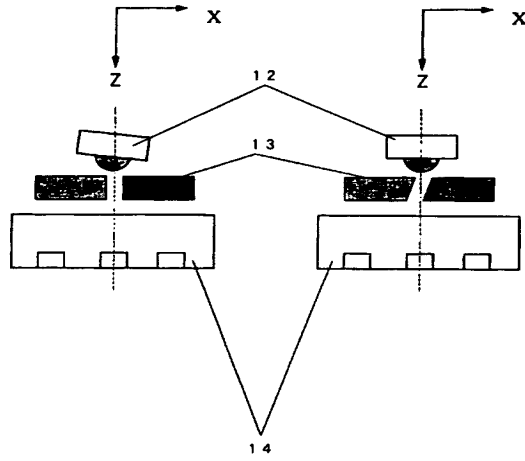


(a)



(b)

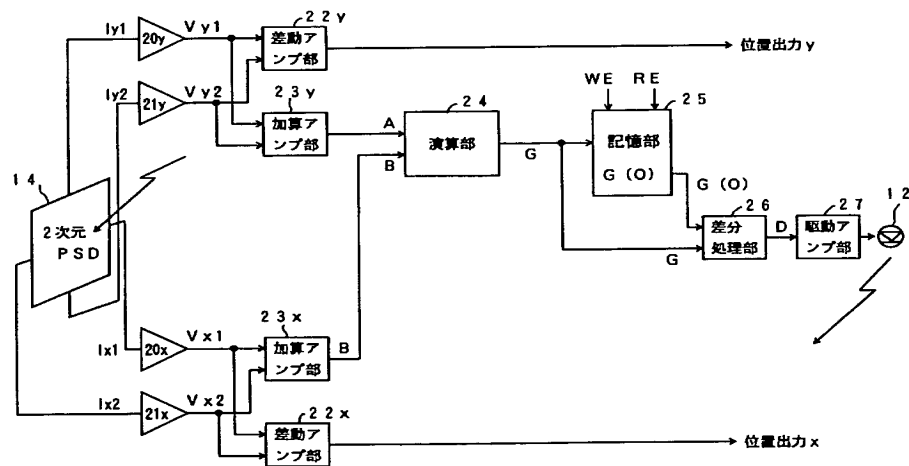
【図 12】



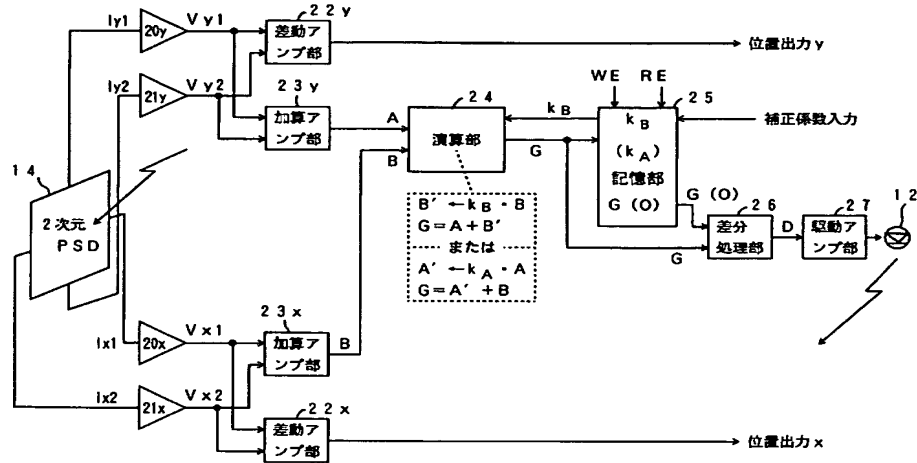
(a)

(b)

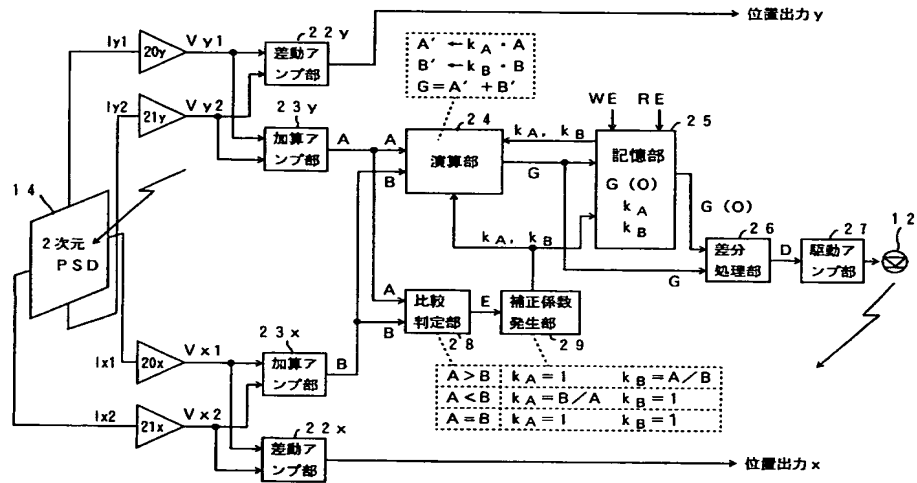
【図 10】



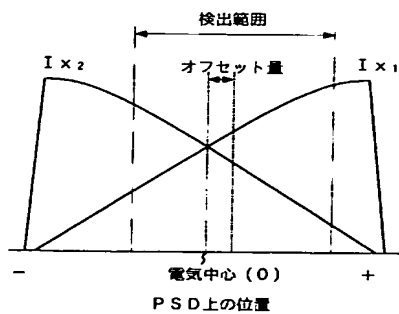
【图 1 1】



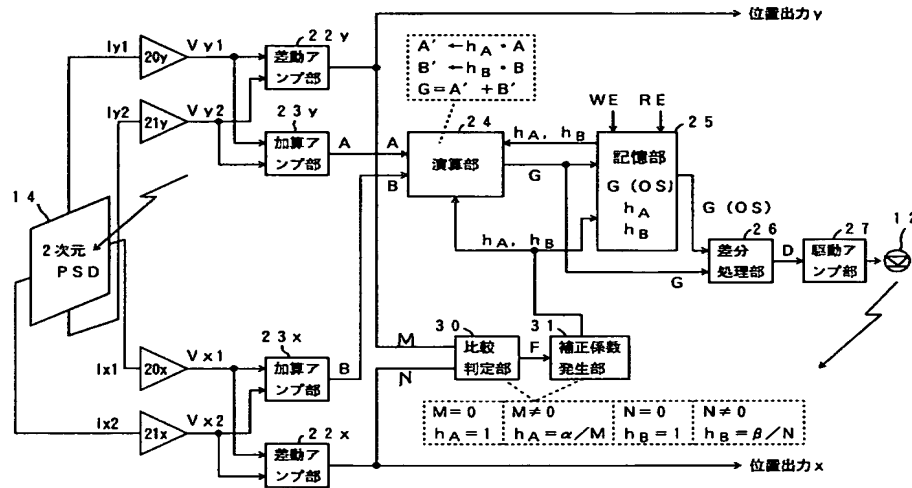
【図 14】



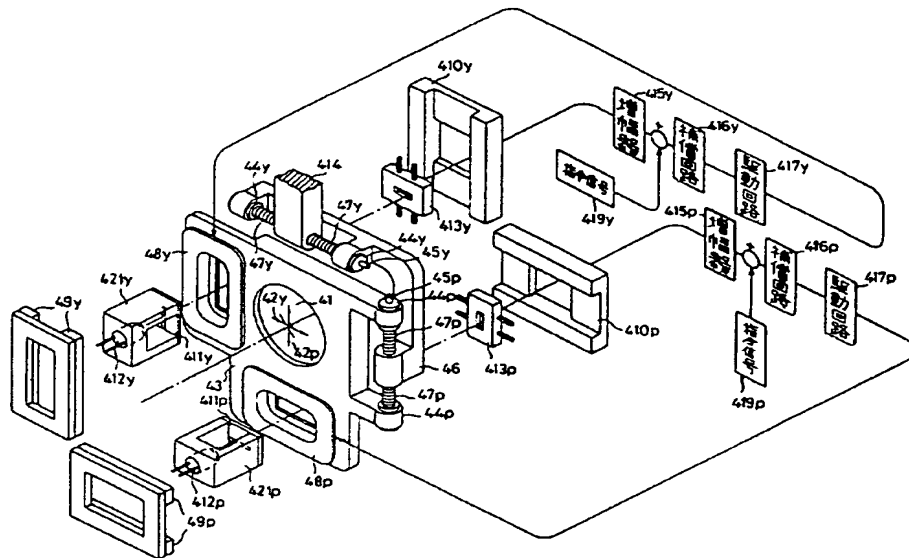
【図 15】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

(72)発明者 ▲たか▼橋 裕
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 下 畠 剛
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

Fターム(参考) 5C022 AA11 AB46 AB55 AC42 AC70
AC74 AC78